合理化施肥之回顧與展望

農試所農化組 譚增偉 黃維廷 江志峰

一、前言

自我國加入世界貿易組織(WTO)，及肥料自由化、民營化時代的來臨，過去由政府補貼之低肥價政策勢難維持，肥料價格將隨反映成本而調整，政府為緩衝肥價調漲對農民之衝擊，制訂「肥料政策調整方案」，在六年調適期間內，由農委會以漸進式調整肥料銷售價格，每年調漲幅度不超過6%，肥料出廠價與零售價間之價差由農委會予以補貼，惟補貼金額逐年減少，六年之後不再補貼，肥料價格將由市場機能反映。降低農民施肥成本，政府從技術層面推動合理化施肥措施。依據多年來田間調查試驗顯示，依照作物需肥診斷推薦量施肥不但不會造成減產，甚至有改善品質之效益。

為確保農產品品質及環境的維護，合理的施肥技術必須考量不同作物種類及生育階段之營養需求，配合科學化的土壤及植體營養診斷技術，推薦合宜的肥料種類與用量，適當的施用時期與方法，適當的施用有機資材，以達到節約肥料、提高產量與品質、增加農民收入，並兼顧農田地力及生態環境之維護。

二、本所執行「合理化施肥計畫」辦理情形

表一為98年度本所辦理「合理化施肥計畫」工作整理，其中合理化施肥之各種訓練講習及座談會之主要課程與議題為：

1. 土壤肥力在永續管理之重要性。
2. 農場經營之土壤及栽培介質管理。
3. 有機質肥料製造技術與施用。
4. 土壤與植物體營養診斷分析。
5. 永續農業經營管理理念。
7. 土壤資料庫介紹與查詢應用。
8. 植物營養管理。
9. 肥料性質與養份調配及實習。
10. 土壤品質與土壤診斷。
11. 土壤診斷實習。
12. 田間現場診斷、分析數據解釋、肥培推薦及實習。
13. 土壤植體採樣技術及實習。
14. 土壤植體樣品前處理及實習。
15. 植物營養障礙診斷。
16. 土壤水質污染處理與防治。
17. 果樹、花卉、蔬菜園現場診斷與採樣實習。

這些課程與議題均以土壤與植物體營養診斷技術為主軸，內容深入淺出，理論與實用並重。至於合理化施肥田間示範觀摩會(如圖一)所涉及的作物，包括水稻、玉米、落花生、結球萵苣、百合、唐菖蒲、楊桃、花胡瓜、甜瓜、葡萄、高接梨、柑桔、番石榴等計13種作物，田間之觀摩結果，充分顯示出「土壤反應作物特徵，作物驗證土壤特性」之特質(如圖二)。

三、合理化施肥執行的要領

(一)田間肥料要素吸收率(利用率)

1.在來稻對於NPK之吸收率均高於蓬萊稻(表二)。

作　　者：譚助理研究員增偉
連絡電話：04-23302301-7413

2.氮吸收率中，以大豆粕加過磷酸鈣區最高，約達30%。硫酸銨區最低，僅在14~17%間，其他處理居中。比較三要素石灰區與三要素區時，發現石灰並未能提高水稻的氮吸收率，但堆肥或綠肥添加過磷酸鈣時，水稻的N吸收率顯然較堆肥或綠肥單施區高，此可能因綠肥或堆肥添加過磷酸鈣後，可促進土壤中磷的釋放，而增加水稻的氮吸收率。值得注意的是單施綠肥者，綠肥中氮的利用綠並無預期者高，僅為21-24%。

3.磷吸收率中以過磷酸鈣單施區最低，不及10%，但若氮、鉀肥配合施用，或與綠肥或堆肥配合施用，顯然水稻對於磷的吸收率可提高到20%左右。

4.鉀吸收率中，亦以硫酸鉀單施區最低，蓬萊種不及5%，在來種不及8%，但三要素配合施用時，鉀吸收率可提高到30%以上。

5.鈣吸收率多在5%左右，施用石灰

表一、本所辦理「合理化施肥計畫」情形

項 目	1-3 月	4-6月	7-9月	9-12月	合 計
土壤診斷分析件數	374	1262	1970	2000	5606
植體診斷分析件數	450	1125	1220	1500	4295
新聞媒體報導件數	3	3		1	7
合理化施肥訓練講習及座談會場次	4	144	82	55	285
田間試驗觀摩會場次	1	17	3	15	36

表二、水稻對於肥料要素之吸收率(利用率)(在來種、蓬萊種)

肥料處理	加入量(kg/ha)	N-吸收率(%)	P-吸收率(%)	K-吸收率(%)	Ca-吸收率(%)
完全 化學肥料	N:95，P: 41.5，K: 78.9 Ca*107.1	28.9(在來種) 25.0(蓬萊種)	18.0(在來種) 17.5(蓬萊種)	47.6(在來種) 33.4(蓬萊種)	6.3(在來種) 4.5(蓬萊種)
硫銨	N:95	17.2(在來種) 13.9(蓬萊種)			
過磷酸鈣	P: 41.5 Ca*:107.1		9.1(在來種) 7.4(蓬萊種)		2.7(在來種) 0.7(蓬萊種)
氯化鉀	K:78.9			7.7(在來種) 4.6(蓬萊種)	
堆肥	N: 95	21.2(在來種) 25.7(蓬萊種)			
綠肥	N: 95	21.1(在來種) 24.1(蓬萊種)			
大豆粕＋ 過磷酸鈣	N: 95，P: 41.5 Ca*: 107.1	31.9(在來種) 30.7(蓬萊種)	18.5(在來種) 20.0(蓬萊種)		5.2(在來種) 5.3(蓬萊種)
堆肥＋ 過磷酸鈣	N: 95，P :41.5 Ca* 107.1	28.4(在來種) 28.1(蓬萊種)	19.2(在來種) 17.5(蓬萊種)		5.1(在來種) 5.0(蓬萊種)
綠肥＋ 過磷酸鈣	N: 95，P: 41.5 Ca*:107.1	28.7(在來種) 26.5(蓬萊種)	19.4(在來種) 17.8(蓬萊種)		5.4(在來種) 5.3(蓬萊種)
綠肥＋石灰	N95 Ca**:400	25.2(在來種) 25.4(蓬萊種)			1.5(在來種) 1.5(蓬萊種)
完全化肥 ＋石灰	N: 95，P :41.5，K: 78.9 Ca*:107.1，Ca**: 400	27.6(在來種) 24.6(蓬萊種)	19.5(在來種) 17.6(蓬萊種)	41.0(在來種) 31.2(蓬萊種)	1.4(在來種) 1.1(蓬萊種)
無肥料或 無綠肥	N: 0，P: 0 ，K: 0 Ca*: 0				

Note：Absorption ratio =(Nutrient uptake from treated plot－Nutrient uptake from check)/Total amount of nutrient added、*Calcium derived from superphosphate、 ** Calcium derived from lime

者更低，不及2%，此可能因水稻係屬耐酸作物的緣故。

6.長期施用硫酸錏對於表土之pH與鹽基飽和度與無肥區比較時，差異仍不顯著。顯示在稻田情形之下，鹽基之淋失雖然甚烈，但土壤礦物之風化可能亦甚速，淋失的鹽基容易獲得補充而達到平衡。

7.施石灰對於增進稻田肥力效益不彰，欲求高產，增進地力，必須兼施堆肥，因堆肥可以增加表土中氮可礦物化能量及礦物化速率，同時並可增加表土中有效矽酸含量。堆肥與過磷酸鈣併施後，復可顯著提高土壤的陽離子交換能量及磷的釋放速率，藉以減少鹽基淋失與磷的被固定作用。

(二) 土壤礦質態氮作為水稻合理化施肥之評估

土壤中礦質態(NH_4^+＋NO_3^-)含量為土壤施肥力之重要指標之一，可利用土壤中有效性氮(NH_4^+＋NO_3^-)含量作為合理化施肥評估，以達土壤中養分收支平衡。

硝化作用理論上在酸性土壤較利進行，因硝化菌為嗜酸的；但試驗區土壤pH在小於4.5時，土體中硝酸態氮含量接近於零。分析資料也發現土體中銨態氮、硝酸態氮含量在礦質之百分率與土壤pH呈相互消長之關係，即在極端酸性土壤以銨態氮為主，隨土壤pH上昇，硝酸態氮佔有比例也隨之增加而氨態氮佔有比例快速下降；當土壤pH超過6.8時，則土壤中以硝酸態氮佔優勢。土壤pH調控對於嗜硝酸態氮作物或嗜銨態氮作物的氮素肥培管理是重要性的參考指標。

(三)有機質肥料正確使用

在高經濟價值作物常需使用有機質肥料以提高產品品質。因有機肥料種類多，包括木屑堆肥、樹皮堆肥、禽畜糞堆肥、豆粕類等，其肥效係依其所含有機質在土壤中經微生物分解礦化釋出之養分要素而異，故有機肥料之施用應依其資材及碳氮比預估礦化率及可釋出之養分要素量。又連續使用有機肥料時，除當作所施有機肥料之可礦化量外，前期土壤中有機質之可礦化量亦要評估，才能確實明瞭可由有機質供給之要素量。一般可以化學肥料和有機肥料配合施用，應將有機肥料可釋出之要素量扣抵化學肥料用量，才符合合理施肥目標。有機質肥料亦不可使用過量，以防鹽分累積及金屬元素易與有機分子結合而降低其有效性，如楊桃植株之缺鐵；一般可控制在有機質含量在5%以下較為安全。

(四)綠肥作物栽培利用

在農地休閒期或休耕田種植綠肥作物，尤其是荳科綠肥具固氮能力，為提高農田肥力有效方法，一般短期作物可將綠肥作物納入當地耕作制度，長期作物如於柑橘果園種覆蓋綠肥作物，為良好土壤管理方法之一。

(五)微生物肥料應用

農作物生產常利用環境中之資源，如將有益作物生長之微生物接種到種子或施用於幼苗與土壤上，往往可增加植物營養要素之供應、提高土壤中養分之有效性，增進根系之生長與養分之吸收、保護根系及增進抗逆境能力等等。目前已推廣應用者有毛(大)豆接種固氮根瘤菌、洋香瓜育苗接種菌根菌、溶磷菌等，均已具有相當成效。

(六)其他如高效肥料與深層施肥機的開發、問題土壤改良

節省施肥工資，並將肥料拖入表土之下，減少肥料損失，提高肥料效率。地區性問題土壤改良，如強酸性土壤施

用石灰資材矯正酸度，以提高肥料效率及生產力。

四、結語

適當之土壤管理與施肥是提高農產品產量及品質之有效方法，但要達到施肥預期目的，肥料種類、用量、使用方法並應配合作物類別、栽培管理等技術妥善之應用，作物獲得充分及均衡養分供應，才能得到產量高及品質優之農產品。隨著社會經濟之發達，發展安全健康農業體系下，作物之養分需求管理更不能不重視，施肥不當易導致植物養分不均衡等營養障礙，鹽分累積過剩毒害及病蟲害嚴重發生，致嚴重影響農產品產量與品質。因此，合理化施肥為提升農產品品質重要之一環，而瞭解土壤肥力及養分供應能力，經由土壤與植物營養診斷技術，是達到合理施肥必要步驟。本所提供相關土壤與植體診斷分析服務與諮詢，請農友多加利用，以達經濟合理施肥及農地永續利用之目標。

圖一、辦理果園(梨)與水稻合理化施肥田間觀摩與講習會情形。

圖二、經由土壤肥力與植物營養診斷顯示水稻、葡萄、香瓜及西瓜等作物出現缺鎂徵狀(特殊之葉片黃化)。